

## Enabling a sarcomere to run and breath

Submitted by Jean-Claude Jolly on Mon, 06/18/2018 - 17:07

Titre Enabling a sarcomere to run and breath

Type de publication Communication

Type Communication par affiche dans un congrès

Année 2018

Langue Anglais

Date du colloque 17-21/02/2018

Titre du colloque 62nd Annual Meeting Biophysical Society

Auteur Jolly, Jean-Claude [1]

Pays Etats-Unis

Editeur Biophysical Society

Ville San Francisco

Mots-clés bio engineering [2], Muscle [3], oxydative phosphorylation [4], sarcomere [5], systems biology [6]

Résumé en anglais

An extremely simple model of a compass gait biped consisting of three points is considered. Two of them are for the legs and the third one is for the hips, with additional kinematic conditions (three joints). It is a model capable in its passive form of descending a slope by simple gravity. We consider it here on level ground in an active form, i. e. with bio-actuators at the joints. Each bio-actuator develops a force torsor obtained from two Hill-type muscles (two serie and parallel elastic elements, one contracting element) acting on either side of the joint. The contractile element is a zero dimensional sarcomere of Huxley type whose attachment and detachment coefficients rates are linked to  $\text{Ca}^{2+}$  and ATP concentrations by empirical relationships [Bestel 2000]. Assuming that the ATP "consumed" in the vicinity of the myosin fiber is identical to that "produced" in the vicinity of an associated mitochondria, a kinetic model of the oxidative phosphorylation chain [Korzeniewski 2007] links the ATP to the oxygen and NADH concentrations in mitochondria. Several other internal variables are included as cytochrome c and cytochrome oxidase concentrations. The  $\text{Ca}^{2+}$  concentrations are the control variable of the whole complex. We then determine a temporal profile of  $\text{Ca}^{2+}$  which, included in a Keller dynamic process, produces a run cycle associated with  $\text{O}_2$  and NADH consumptions. This rudimentary model establishes a connection between consumed matter ( $\text{O}_2$ , NADH) and produced movement. It is capable of raising the numerical difficulties linked to the multiple constraints taken into account. The future and ultimate objective is to solve a race time minimization problem constrained by the energy / matter consumption as done by [Aftalion & al 2014] heuristically, while in addition bringing furthermore a crucial biological basis to these constraints.

Résumé en  
français

Nous considérons un modèle de la littérature extrêmement simple de coureur de type robot boussole composé de 3 points (2 pour les jambes, 1 pour les hanches) liés par des conditions cinématiques (3 articulations, sol compris). C'est un modèle capable dans sa forme passive de descendre une pente par simple gravité selon un cycle de marche connu, y compris en stabilité. Nous le considérons ici sur un sol plan dans une forme active, c'est-à-dire avec des bio-actionneurs aux articulations. Chacun des 3 bio-actionneurs considérés développe un torseur d'efforts obtenu à partir de deux muscles de type Hill (two serie and parallel elastic éléments, one contraction element) agissant de part et d'autre de l'articulation. L'élément contractile est un sarcomère zéro dimensionnel de type A.F. Huxley à deux états dont les coefficients de taux d'attachement et de détachement sont liés aux concentrations de  $\text{Ca}^{2+}$  et d'APT par des relations empiriques (Bestel 2000). En faisant l'hypothèse que la concentration ATP consommée au voisinage de la fibre de myosine est identique à celle produite au voisinage des mitochondries, un modèle cinétique de mitochondrie permet de relier l'ATP aux concentrations d'oxygène et de NADH. Ce modèle cinétique inclut les variables internes de concentration en cytochrome c et cytochrome oxydase. La concentration de  $\text{Ca}^{2+}$  est la variable de contrôle de l'ensemble mytochondrie + sarcomere. Nous déterminons alors un profil temporel de  $\text{Ca}^{2+}$  qui, inclus dans une dynamique Newtonienne, produit un cycle de marche associée à une consommation d' $\text{O}_2$  et de NADH. Ce modèle cinétique naïf relie donc des variables nanométriques à des variables métriques en traitant les grandeurs spatiales comme des points et établit un lien entre matière consommée ( $\text{O}_2$ , NADH) et mouvement produit. Ce modèle est propre à soulever les difficultés numériques liées aux multiples contraintes prises en compte. L'objectif futur et ultime est de résoudre un problème de minimisation de temps de course contraint par une consommation de matière type  $\text{O}_2$  ou produits phosphatés P comme il a été fait par les auteurs [1] de façon heuristique, mais en apportant de plus un fondement biologique à ces contraintes.

URL de la  
notice

<http://okina.univ-angers.fr/publications/ua17093> [7]

Lien vers le  
document  
en ligne

<https://www.biophysics.org/past-annual-meetings/62nd-annual-meeting> [8]

---

## Liens

[1] <http://okina.univ-angers.fr/jeanclaude.jolly/publications>

[2] <http://okina.univ-angers.fr/publications?f%5Bkeyword%5D=24764>

[3] <http://okina.univ-angers.fr/publications?f%5Bkeyword%5D=1827>

[4] <http://okina.univ-angers.fr/publications?f%5Bkeyword%5D=24763>

[5] <http://okina.univ-angers.fr/publications?f%5Bkeyword%5D=24762>

[6] <http://okina.univ-angers.fr/publications?f%5Bkeyword%5D=24760>

[7] <http://okina.univ-angers.fr/publications/ua17093>

[8] <https://www.biophysics.org/past-annual-meetings/62nd-annual-meeting>

Publié sur *Okina* (<http://okina.univ-angers.fr>)